

for IDS

1/1 PLUSPAT - (C) QUESTEL-ORBIT image

PN - JP2001258084 A 20010921 [JP2001258084]

TI - (A) OPTICAL CROSS CONNECTING DEVICE

PA - (A) NIPPON ELECTRIC CO

PA0 - (A) NEC CORP

IN - (A) ASAHI KOJI

AP - JP2000069099 20000313 [***2000JP-0069099***]

PR - JP2000069099 20000313 [2000JP-0069099]

STG - (A) Doc. Laid open to publ. Inspec.

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical cross connecting device OXC, that can supervise quality and management information of an optical signal passing through the inside of the OXC with an inexpensive configuration, even when an optical SW becomes large in scale.

- SOLUTION: An nXm optical SW 42 applies path setting in terms of branch connection to are of n-sets of putout ports and a prescribed monitoring output port for each of optical signals, received from n-sets of input ports according to a control signal from a CNT 45. A DET 43 detects the quality and the management information from the optical signal, outputted from the monitor output port, and an SV 44 monitors the detection result.

- COPYRIGHT: (C)2001,JPO

UP - 2001-43

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-258084
(P2001-258084A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 4 Q 11/04		H 0 4 Q 3/52	B 5 K 0 0 2
H 0 4 B 10/02			C 5 K 0 6 9
10/08		11/04	L
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	T
14/02			K

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-69099 (P2000-69099)

(22) 出願日 平成12年3月13日 (2000.3.13)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 朝日 光司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100083987

弁理士 山内 梅雄

Fターム (参考) 5K002 AA01 AA03 BA04 BA61 CA13

DA02 DA05 DA13 EA05 FA01

5K069 AA18 BA09 CB04 CB10 DB33

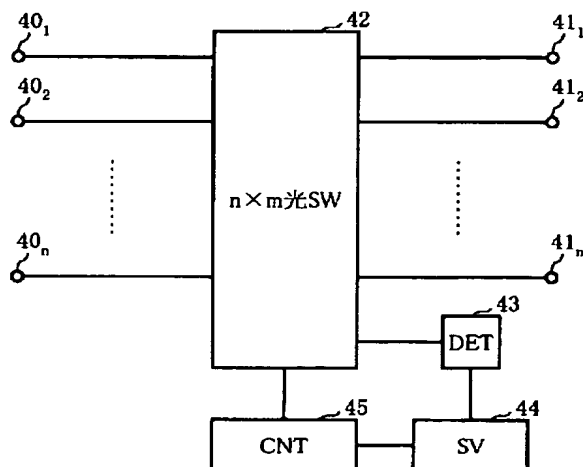
EA24 EA25 EA28 FA26 HA01

(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置

(57) 【要約】

【課題】 光SWが大規模となった場合であっても装置内を通過する光信号の品質や管理情報を安価な構成で監視することができるOXCを提供する。

【解決手段】 n個の入力ポートから入力された光信号それぞれを、CNT 45からの制御信号にしたがって順に、n×m光SW 42においてn個の出力ポートのいずれか1つと所定の監視用出力ポートとをブランチ接続に経路設定を行う。監視用出力ポートから出力された光信号からDET 43で品質や管理情報を検出し、SV 44で監視する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 n (n は 2 以上の自然数) 個の第 1 ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第 2 のポートとを備え、前記第 1 のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第 2 のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、

前記第 1 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、

前記 2 つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号の品質を監視する光信号監視手段とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 2】 n (n は 2 以上の自然数) 個の第 1 ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第 2 のポートとを備え、前記第 1 のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第 2 のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、

前記第 1 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、

前記 2 つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号を増幅する光増幅手段と、

この光増幅手段によって増幅された光信号の品質を監視する光信号監視手段とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 3】 複数個の第 1 および第 2 のポートを備え、前記第 1 のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第 2 のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、

前記光信号の監視を行うとき前記第 1 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させ、前記光信号の監視を行わないとき前記第 1 のポートそれぞれから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちあらかじめ決められた 1 つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、

前記監視を行うときのみ前記 2 つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号の品質を監視する光信号監視手段とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 4】 互いに異なる複数の波長成分の光信号が多重された波長多重光を波長成分ごとに分離する波長分離手段と、

n (n は 2 以上の自然数) 個の第 1 ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第 2 のポートとを備え、前記第 1 のポートそれぞれから入力された前記波長分離手段によって分離された各波長成分の光信号を切り替えて、前記第 2 のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、

前記第 1 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、

05 前記 2 つのポートのうちあらかじめ決められた第 3 のポートから出力された光信号の品質を監視する光信号監視手段と、

前記第 2 のポートのうち前記第 3 のポートを除くポートから出力された光信号ごとにあらかじめ決められた波長

10 成分の光信号に変換する波長成分変換手段と、

これら波長成分変換手段によって変換された光信号を所定数ごとに多重化する波長多重手段とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 5】 前記光信号監視手段はあらかじめ決められたフレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するものであることを特徴とする請求項 1～請求項 4 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 6】 前記光経路制御手段は、各ポートから入力される監視対象となる光信号を前記 2 つのポートから出力させる経路設定を各ポートごとに順に行うものであることを特徴とする請求項 1～5 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 7】 複数個の第 1 および第 2 のポートを備え、前記第 1 のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第 2 のポートのいずれかから出力させるとともに、前記第 2 のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第 1 のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、

30 n 個の上り方向光信号入力および出力端子と、

n 個の下り方向光信号入力および出力端子と、

前記第 1 のポートそれぞれに対応して設けられ、各上り方向光信号入力端子から入力された上り方向光信号を前記第 1 のポートのうち対応する各ポートに出力するとともに、前記各ポートから出力された下り方向光信号を前記下り方向光信号出力端子に出力させる第 1 の光サーキュレータと、

前記第 2 のポートそれぞれに対応して設けられ、各下り方向光信号入力端子から入力された下り方向光信号を前記第 2 のポートのうち対応する各ポートに出力するとともに、前記各ポートから出力された上り方向光信号を前記上り方向光信号出力端子に出力させる第 2 の光サーキュレータと、

前記第 1 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 2 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させるとともに、前記第 2 のポートのいずれか 1 つから入力された光信号を前記第 1 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、

50 前記第 1 のポートのいずれか 2 つのポートのうちあらか

じめ決められた第3のポートから出力された光信号の品質を監視する第1の光信号監視手段と、
前記第2のポートのいずれか2つのポートのうちあらかじめ決められた第4のポートから出力された光信号の品質を監視する第2の光信号監視手段とを具備することを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項8】 前記第1および第2の光信号監視手段は所定のフレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するものであることを特徴とする請求項7記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項9】 前記光経路制御手段は、第1あるいは第2のポートから入力される監視対象となる光信号を前記第2あるいは第1のポートのうちいずれか2つのポートから出力させる経路設定を各ポートごとに順に行うものであることを特徴とする請求項7または請求項8記載の光クロスコネクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光信号の経路切替を行う光クロスコネクタ装置に係わり、詳細には経路が切り替えられた光信号の品質や管理情報を監視する光クロスコネクタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】システム内に伝送される光信号の経路切り替えを行う光クロスコネクタシステムは、光スイッチ（Switch：以下、SWと略す。）を備えた光クロスコネクタ装置（Optical Cross-Connect：以下、OXCと略す。）を備える。この光クロスコネクタシステムに、互いに波長成分が異なる複数の信号を多重する波長分割多重（Wavelength Division Multiplex：以下、WDMと略す。）技術を適用することで、大容量の光信号の経路を切り替えることができる。光SWを備えたOXCは、今後ますます大容量化する情報通信時代に向けて、信号の経路（パス）設定の容易性やプロテクションの効率性等に着目したさまざまな研究開発が進められている（Chungpeng Fan, "Examining an integrated solution to optical transport networking," Wavelength Division Multiplexing: (The first ever European meeting place for WDM Systems, Network, Marketing & Engineering Professionals), November 1997, London pp.18-23）。

【0003】図32は、このようなOXCが適用された光クロスコネクタシステムの構成を概念的に表わしたものである。光クロスコネクタシステムは、複数のOXCを備え、互いに光信号が伝送される光ファイバ伝送路により接続される。ここでは、OXC10₁～10₆を有し、例えばOXC10₁は、光ファイバ伝送路11₁を介しOXC10₂と、光ファイバ伝送路11₂を介しOXC10₃と、光ファイバ伝送路11₃を介しOXC10₄とそれぞれ接続される。また、例えばOXC10₄は、光ファイバ伝送路11₄を介しOXC10₅と、光ファイバ

伝送路11₄を介しOXC10₅と、光ファイバ伝送路11₅を介しOXC10₆とそれぞれ接続され、OXC10₆は光ファイバ伝送路10₇を介しOXC10₃と接続される。

05 【0004】光クロスコネクタシステムを運用するにあたって、システムの信頼性を維持するため、図32に示したように各OXCによって様々な経路に切り替えられる光信号を監視し、システム内の伝送信号を管理する必要がある。例えばA点からB点に向けて伝送される光信号について、数多くの伝送経路が存在する。したがって、各OXCが光信号の経路や品質状態等を監視し、光信号の経路設定や障害発生点の回避を行うことになる。すなわち、図32で破線で示す経路12をA点からB点に向けて伝送されるサービス信号は、OXC10₁、10₂、10₃、10₄において、伝送される光信号からそれぞれその品質と、光信号に管理情報が含まれている場合はその管理情報13₁、13₂、13₃、13₄を監視する。

【0005】図33は、このような光信号の品質と管理情報とを監視する従来のOXCの構成の概要を表わしたものである。このOXCは、光信号が入力される光信号入力端子20₁～20_n（nは2以上の自然数）と、これら光信号入力端子20₁～20_nそれぞれに対応したn個の入力ポートから入力された光信号をn個の出力ポートのいずれかから出力させてその経路を切り替えるn×n光SW21と、n×n光SW21のn個の出力ポートそれぞれから出力された光信号の品質やそれに含まれる管理情報を検出する光信号検出部（以下、DETと略す。）22₁～22_nと、n×n光SW21のn個の出力ポートそれぞれから出力された光信号が出力される光信号出力端子23₁～23_nと、DET22₁～22_nによって検出された各出力ポートからの光信号の品質や管理情報を監視する光信号監視部（以下、SVと略す。）24と、SV24の監視結果からn×n光SW21の経路切替制御を行う制御部（以下、CNTと略す。）25とを有している。

【0006】n×n光SW21は、CNT25からの制御信号にしたがって、n個の入力ポートとn個の出力ポートとを任意に接続する。DET22₁～22_nは、n×n光SW21の各出力ポートから出力された光信号をそのまま出力するとともに、その一部を分岐して信号の各種状態を検出する。このようなDETの検出機能としては、光信号レベル検出機能、光信号対雑音（Signal-to-Noise：以下、SNと略す。）比検出機能、光再生およびオーバーヘッド（OverHead：以下、OHと略す。）検出機能、光再生およびOH終端機能がある。このOHには、例えば同期デジタルハイアラキー（Synchronous Digital Hierarchy：以下、SDHと略す。）や同期光通信網（Synchronous Optical Network：以下、SONETと略す。）で規定されているように、所定フォーマ

ットのフレームに構成された光信号のあらかじめ決められた位置に、フレーム同期や誤り監視、保守、運用等に関する情報が挿入される。

【0007】このような構成の従来のOXCで、光信号入力端子 $20_1 \sim 20_n$ から入力された光信号は、それぞれ $n \times n$ 光SW21の n 個の入力ポートに入力され、CNT25からの制御信号にしたがって経路切替が行われた結果、 $n \times n$ 光SW21の n 個の出力ポートのうちいずれかから出力される。そして、 $n \times n$ 光SW21の n 個の出力ポートから出力された光信号は、それぞれDET22 $_1 \sim 22_n$ で品質やそれに含まれる管理情報が検出されるとともに光信号出力端子 $23_1 \sim 23_n$ から出力される。これら検出情報は、SV24で監視され、SV24はその監視結果から例えば経路の設定変更の指示をCNT25に対して行う。CNT25は、このSV24からの指示に対応した制御信号を $n \times n$ 光SW21に対して出力し、入力ポートから入力された光信号の経路切替を行う。

【0008】このような光信号を監視するOXCに関する技術として、この他例えば特開平5-183509号公報「光スイッチおよび光通話路」には、信号線ごとに設けられた分岐器によって分岐された一方の光信号を監視し、分岐器によって分岐された他方の光信号の経路切替を行う光SWに対して、経路切断や経路設定を行うようにした技術が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来提案されたOXCは、光SWの n 個の出力ポートそれぞれに対して光信号から監視すべき情報を検出するためのDETを必要としていたため、OXCの大型化を招いていた。さらに、今後ますます光通信の普及が行われ光信号の大容量化にともない、光SWのポート数の増加は必至であることから、その増加分に対応したDETを増設する必要がある、ますますOXCの大型化とコスト高を招くことになる。

【0010】そこで本発明の目的は、光SWが大規模となった場合であっても装置内を通過する光信号の品質や管理情報を安価な構成で監視することができるOXCを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、(イ) n (n は2以上の自然数) 個の第1ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第2のポートとを備え、前記第1のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第2のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、(ロ) 前記第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、(ハ) 前記2つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号

の品質を監視する光信号監視手段とを光クロスコネク装置に具備させる。

【0012】すなわち請求項1記載の発明では、 n 個の第1ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第2のポートとを有する光スイッチ手段を備え、光経路制御手段により、第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるように経路を分岐させる。そして、光信号監視手段により、この2つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号の品質を監視させるようにした。

【0013】請求項2記載の発明では、(イ) n (n は2以上の自然数) 個の第1ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第2のポートとを備え、前記第1のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第2のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、(ロ) 前記第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、(ハ) 前記2つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号を増幅する光増幅手段と、(ニ) この光増幅手段によって増幅された光信号の品質を監視する光信号監視手段とを光クロスコネク装置に具備させる。

【0014】すなわち請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明の光クロスコネク装置に対して、光信号監視手段の前段に光スイッチ手段から出力された光信号を増幅する光増幅手段を設けるようにした。これにより、光信号監視手段に入力される監視用の光信号と、もう一方の第2のポートから出力される信号とでの分岐比を変えて、監視用の光信号のレベルが低くなったとしても、本来伝送すべき光信号のレベルがその分高くなることから、監視機能を有する信頼性の高い光クロスコネク装置を提供することができる。

【0015】請求項3記載の発明では、(イ) 複数の第1および第2のポートを備え、前記第1のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第2のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、(ロ) 前記光信号の監視を行うとき前記第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させ、前記光信号の監視を行わないとき前記第1のポートそれぞれから入力された光信号を前記第2のポートのうちあらかじめ決められた1つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、(ハ) 前記監視を行うときのみ前記2つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号の品質を監視する光信号監視手段とを光クロスコネク装置に具備させる。

【0016】すなわち請求項3記載の発明では、複数の第1および第2のポートを有する光スイッチ手段を設け、光経路制御手段により光信号の監視を行うとき第1

のポートのいずれか1つから入力された光信号を第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させる一方、光信号の監視を行わないとき第1のポートそれぞれから入力された光信号を第2のポートのうちあらかじめ決められた1つのポートから出力させるようにする。そして、監視を行うときのみ光信号監視手段により、2つのポートのうちいずれか一方から出力された光信号の品質を監視する。

【0017】請求項4記載の発明では、(イ)互いに異なる複数の波長成分の光信号が多重された波長多重光を波長成分ごとに分離する波長分離手段と、(ロ) n (n は2以上の自然数) 個の第1ポートと少なくとも $(n+1)$ 個の第2のポートとを備え、前記第1のポートそれぞれから入力された前記波長分離手段によって分離された各波長成分の光信号を切り替えて、前記第2のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、(ハ) 前記第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、(ニ) 前記2つのポートのうちあらかじめ決められた第3のポートから出力された光信号の品質を監視する光信号監視手段と、(ホ) 前記第2のポートのうち前記第3のポートを除くポートから出力された光信号ごとにあらかじめ決められた波長成分の光信号に変換する波長成分変換手段と、(ヘ) これら波長成分変換手段によって変換された光信号を所定数ごとに多重化する波長多重手段とを光クロスコネクタ装置に具備させる。

【0018】すなわち請求項4記載の発明では、請求項1記載の発明の光クロスコネクタ装置の光スイッチ手段の入力段に、互いに異なる複数の波長成分の光信号が多重された波長多重光を波長成分ごとに分離する波長分離手段を設け、光経路制御手段によって光スイッチ手段の経路を分岐させることで光信号の監視を行う一方、光スイッチ手段の出力段に、監視用ポート以外のポートから出力された光信号ごとにあらかじめ決められた波長成分の光信号に変換する波長成分変換手段を設け、波長多重手段により各波長成分の光信号を所定単位で多重化して出力するようにしている。

【0019】請求項5記載の発明では、請求項1～請求項4記載の光クロスコネクタ装置で、前記光信号監視手段はあらかじめ決められたフレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するものであることを特徴としている。

【0020】請求項6記載の発明では、請求項1～請求項5記載の光クロスコネクタ装置で、前記光経路制御手段は、各ポートから入力される監視対象となる光信号を前記2つのポートから出力させる経路設定を各ポートごとに順に行うものであることを特徴としている。

【0021】請求項7記載の発明では、(イ) 複数の

第1および第2のポートを備え、前記第1のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第2のポートのいずれかから出力させるとともに、前記第2のポートそれぞれから入力された光信号の経路を切り替えて前記第1のポートのいずれかから出力させる光スイッチ手段と、(ロ) n 個の上り方向光信号入力および出力端子と、(ハ) n 個の下り方向光信号入力および出力端子と、(ニ) 前記第1のポートそれぞれに対応して設けられ、各上り方向光信号入力端子から入力された上り方向光信号を前記第1のポートのうち対応する各ポートに出力するとともに、前記各ポートから出力された下り方向光信号を前記下り方向光信号出力端子に出力させる第1の光サーキュレータと、(ホ) 前記第2のポートそれぞれに対応して設けられ、各下り方向光信号入力端子から入力された下り方向光信号を前記第2のポートのうち対応する各ポートに出力するとともに、前記各ポートから出力された上り方向光信号を前記上り方向光信号出力端子に出力させる第2の光サーキュレータと、(ヘ) 前記第1のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第2のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるとともに、前記第2のポートのいずれか1つから入力された光信号を前記第1のポートのうちいずれか2つのポートから出力させるように前記光スイッチ手段の経路を分岐させる光経路制御手段と、(ト) 前記第1のポートのいずれか2つのポートのうちあらかじめ決められた第3のポートから出力された光信号の品質を監視する第1の光信号監視手段と、(チ) 前記第2のポートのいずれか2つのポートのうちあらかじめ決められた第4のポートから出力された光信号の品質を監視する第2の光信号監視手段とを光クロスコネクタ装置に具備させる。

【0022】すなわち請求項7記載の発明では、複数の第1および第2のポートを有する光スイッチ手段の各ポートに、第1および第2の光サーキュレータを備え、それぞれ上り方向光信号および下り方向光信号の双方向信号の経路切替を行うようにした。そして、光経路制御手段で光スイッチ手段の経路を分岐させて、方向別にそれぞれ光信号監視手段で上り方向および下り方向の光信号を監視させる。

【0023】請求項8記載の発明では、請求項7記載の光クロスコネクタ装置で、前記第1および第2の光信号監視手段は所定のフレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するものであることを特徴としている。

【0024】すなわち請求項5または請求項8記載の発明では、例えばSDHやSONETで規定されているようなあらかじめ決められたフレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するようにしている。

【0025】請求項9記載の発明では、請求項7または

請求項 8 記載の光クロスコネクタ装置で、前記光経路制御手段は、第 1 あるいは第 2 のポートから入力される監視対象となる光信号を前記第 2 あるいは第 1 のポートのうちいずれか 2 つのポートから出力させる経路設定を各ポートごとに順に行うものであることを特徴としている。

【0026】すなわち請求項 6 または請求項 9 記載の発明では、各ポートごとに順に、光スイッチ手段の経路を分岐させるようにしたので、光クロスコネクタ装置が大規模になってポート数が増大した場合であっても、光信号を監視するための検出手段および監視手段は 1 つずつで、全てのポートから入力される光信号を監視することができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

【0028】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0029】第 1 の実施例

【0030】図 1 は、本発明の第 1 の実施例における OXC が適用される光クロスコネクタシステムの構成の一例を模式的に表わしたものである。この光クロスコネクタシステムは、それぞれ OXC を備えた局（ノード）を備え、互いに光信号が伝送される光ファイバ伝送路により接続される。ここでは、ノード 30₁～30₅が、光ファイバ伝送路 31₁～31₇を介して光信号を伝送させる。例えばノード 30₁は、光ファイバ伝送路 31₁を介しノード 30₂と、光ファイバ伝送路 31₃を介しノード 30₅と、光ファイバ伝送路 31₆を介しノード 30₃とそれぞれ接続される。また、例えばノード 30₄は、光ファイバ伝送路 31₃を介しノード 30₃と、光ファイバ伝送路 31₄を介しノード 30₅と、光ファイバ伝送路 31₇を介しノード 30₂とそれぞれ接続される。また、例えばノード 30₂は、光ファイバ伝送路 31₂を介しノード 30₃と接続される。このような光クロスコネクタシステムでは、各ノードで経路が切り替えられ、これら切り替えられた光信号がノード間で伝送される。したがって、各ノードにおける OXC の光 SW の経路設定によって、システム内を伝送される光信号を任意に伝送させることが可能となる。

【0031】図 2 は、図 1 に示したノードの構成の一例を表わしたものである。ここでは、ノード 30₁～30₅の構成は同様であるものとして、ノード 30₁のみの構成を示す。ノード 30₁は、第 1 の実施例における OXC 32₁と、光伝送装置 33₁～33₄とを有している。OXC 32₁の入力ポートには、他局である各ノードからの光信号が伝送される光ファイバ伝送路 34₁と光伝送装置 33₁、33₂とが接続される。OXC 32₁の出力ポートには、他局である各ノードに対して出力される光信号が伝送される光ファイバ伝送路 34₂と光伝送装置 33₃、33₄とが接続される。光ファイバ伝送路 34

1、34₂としては、図 1 に示した他局であるノード 30₂、30₃、30₅に接続される光ファイバ伝送路 31₁、31₆、31₃がある。OXC 32₁は、光 SW を備えており、この光 SW の経路設定にしたがって OXC 32₁の入力ポートと出力ポートとを接続するとともに、OXC 32₁内を通過する光信号の品質と管理情報等を監視することができるようになっている。

【0032】図 3 は、第 1 の実施例における OXC の構成の概要を表わしたものである。第 1 の実施例における OXC は、 n 個の光信号入力端子 40₁～40 _{n} と、 n 個の光信号出力端子 41₁～41 _{n} と、 $n \times m$ 光 SW 42（ m は 2 以上の自然数）とを有している。ここで、 m は “ $n+1$ ” である。 $n \times m$ 光 SW 42 の n 個の入力ポートは、それぞれ光信号入力端子 40₁～40 _{n} に接続され、 $n \times m$ 光 SW 42 の m 個の出力ポートのうち n 個はそれぞれ光信号出力端子 41₁～41 _{n} に接続される。

【0033】さらにこの OXC は、 $n \times m$ 光 SW 42 の残り 1 個の出力ポートから出力される光信号の品質や管理情報を検出する光信号検出部（DET）43と、DET 43 によって検出された光信号の品質や管理情報を監視する光信号監視部（SV）44と、SV 44 の監視結果に基づいて $n \times m$ 光 SW 42 の経路設定を変更する制御信号を生成する光経路制御部（CNT）45とを備えている。

【0034】 $n \times m$ 光 SW 42 は、CNT 45 からの制御信号にしたがって、光信号入力端子 40₁～40 _{n} から入力された光信号の経路を切り替え、光信号出力端子 41₁～41 _{n} のいずれかから出力させる。 $n \times m$ 光 SW 42 は、この制御信号により、 n 個の入力ポートと n 個の出力ポートとを任意に接続することができるようになっており、この経路設定により光信号入力端子 40₁～40 _{n} から入力された光信号は、光信号出力端子 41₁～41 _{n} のうち所望の端子から出力させることが可能となる。さらに第 1 の実施例における $n \times m$ 光 SW 42 は、その際、いずれか 1 つの入力ポートから入力された光信号をブランチ接続と呼ばれる接続状態で 2 つの出力ポートから同時に光信号を出力させ、その 2 つの出力ポートのうち 1 つを DET 43 が接続される出力ポートに出力させることを特徴としている。

【0035】このような $n \times m$ 光 SW 42 は、LiNbO₃（リチウムナオベート）や石英系の材料の基板上に形成された光導波路とスイッチ素子とからなる。スイッチ素子として 2×2 のスイッチ素子があり、これを組み合わせることにより 4×4 光 SW、 8×8 光 SW、 32×32 光 SW を容易に実現することができる。

【0036】図 4 は、LiNbO₃ で実現された 4×4 光 SW の構成の一例を表わしたものである。 4×4 光 SW は、4 個の入力ポートを有する入力ポート部 50 から入力された光信号を、 2×2 光 SW 51 の組み合わせにより、出力ポート部 52 の 4 個の出力ポートのいずれか

から出力させる。各 2×2 光SWは、制御信号によって経路切替を行うことができ、この経路切替の組み合わせにより、任意の出力ポートから光信号を出力させる。

【0037】図5は、 LiNbO_3 で実現された 8×8 光SWの構成の一例を表わしたものである。 8×8 光SWは、8個の入力ポートを有する入力ポート部53から入力された光信号を、 2×2 光SW54の組み合わせにより、出力ポート部55の8個の出力ポートのいずれかから出力させる。各 2×2 光SWは、制御信号によって経路切替を行うことができ、この経路切替の組み合わせにより、任意の出力ポートから光信号を出力させる。

【0038】図6は、 LiNbO_3 で実現された 32×32 光SWの構成の一例を表わしたものである。 32×32 光SWは、32個の入力ポートを有する入力ポート部56から入力された光信号を、 2×2 光SWの組み合わせにより同様に構成した 4×8 光SW57が8個配列された 4×8 光SW群に入力させる。これらの出力は、上述したような構成の 8×8 光SW58が8個配列された 8×8 光SW群に入力される。さらに、これら 8×8 光SW群の出力が 2×2 光SWの組み合わせにより同様に構成した 8×4 光SW59が8個配列された 8×4 光SW群に入力され、これらの出力が出力ポート部60の32個の出力ポートのいずれかから出力される。各光SWは、制御信号によって経路切替を行うことができ、この経路切替の組み合わせにより、任意の出力ポートから光信号を出力させる。

【0039】 $n \times m$ 光SW42は、監視用出力ポートとしてDET43が接続されるポートを有しているため出力ポートが入力ポートより1個多いが、このような構成であっても、 2×2 のスイッチ素子を組み合わせることによって同様に実現することができる。

【0040】第1の実施例におけるCNT25は、制御信号によってこのような $n \times m$ 光SW42の経路切替を行い、この制御信号として与える印可電圧値に応じて上述したブランチ接続を行わせることができるようになっている。

【0041】図7は、 8×8 光SWのスイッチング特性の一例を表わしたものである。ここでは、図5に示した 8×8 光SWの入力ポート部53における入力ポート番号“1”の光信号を、出力ポート部55における出力ポート番号“1”と“8”に経路設定する場合のスイッチング特性を示す。横軸には、CNT45からの制御信号として印可される印可電圧値を-10ボルト（以下、Vと略す。）から70Vまで示す。また、縦軸には、入力ポート番号“1”に入力される光信号電力を基準に、経路切替先である出力ポート番号“1”または“8”から出力される光信号電力の相対光電力値（単位dB）を示す。

【0042】出力ポート番号“1”から出力される光信号の相対光電力値61は、印可電圧が小さいほど出力さ

れる光レベルが大きく、入力された光信号と同等の電力で出力されることを示している。また、出力ポート番号“8”から出力される光信号の相対光電力値62は、印可電圧が大きいほど出力される光レベルが大きく、入力された光信号と同等の電力で出力されることを示している。したがって、両出力ポートから出力される光信号に着目すると、出力ポート番号“1”から出力される光信号が“オン”状態となり、出力ポート番号“8”から出力される光信号が“オフ”状態であってそのレベルが最低となる印可電圧 V_1 は、入力ポート番号“1”から出力ポート番号“1”への経路切替に最適な制御が可能な印可電圧であることを意味する。同様に、出力ポート番号“8”から出力される光信号が“オン”状態となり、出力ポート番号“1”から出力される光信号が“オフ”状態であってそのレベルが最低となる印可電圧 V_2 は、入力ポート番号“1”から出力ポート番号“8”への経路切替に最適な制御が可能な印可電圧であることを意味する。

【0043】出力ポート番号“1”から出力される光信号の相対光電力値61と、出力ポート番号“8”から出力される光信号の相対光電力値62とが一致する印可電圧 V_3 では、入力ポート番号“1”から入力された光信号に対して互いに3dBだけ減衰した光信号が出力ポート番号“1”、“8”それぞれから出力される。この状態をブランチ接続状態として、制御信号により、同時に2つの出力ポートから出力させる。

【0044】第1の実施例におけるDET43は、 $n \times m$ 光SW42の出力ポートのうち、監視用出力ポートとしてあらかじめ決められた出力ポートから出力された光信号の各種状態を検出する。このようなDETの機能としては、例えば光信号レベル検出機能、光SN比検出機能、OH監視機能がある。

【0045】図8は、光信号レベル検出機能を有する場合のDETの構成の概要を表わしたものである。このDETでは、光信号が光信号入力端子65から入力され、フォトダイオード（Photo Diode：以下、PDと略す。）66に入力される。PD66は、入力された光信号の受光レベルに応じた大きさの光電流を発生させる。PD66が発生させた光電流は、電流-電圧変換回路67に供給される。電流-電圧変換回路67は、供給された光電流に対応した値の電圧を生成し、これを光レベル検出値として光レベル検出値出力端子68に出力する。

【0046】このような構成のDETは、PD66および電流-電圧変換回路67で、 $n \times m$ 光SW42によってブランチ接続状態で経路が切り替えられた光信号の光レベルを検出し、光信号レベルが $n \times m$ 光SW42通過後に所望のレベルになっているか否かを監視するのに用いられる。

【0047】図9は、光SN比検出機能を有する場合のDETの構成の概要を表わしたものである。このDET

では、光信号が光信号入力端子69から入力され、光信号SN比検出回路70に入力される。光信号SN比検出回路70は、入力された光信号光の信号レベルと雑音レベルの比である光信号SN比を検出する。光信号SN比検出回路70によって検出された光信号SN比は、光信号SN比検出値として、光信号SN比検出値出力端子71から出力される。

【0048】このような構成のDETは、光信号SN比検出回路70で、 $n \times m$ 光SW42によってブランチ接続状態で経路が切り替えられた光信号のSN比を検出し、 $n \times m$ 光SW42通過後の光信号の品質を監視するのに用いられる。

【0049】図10は、OH検出機能を有する場合のDETの構成の概要を表わしたものである。このDETでは、光信号が光信号入力端子72から入力され、光-電気(Optical Electrical)変換回路(以下、O/Eと略す。)73に供給される。O/E73は、入力された光信号をその光信号レベルに応じた値の電気信号に変換し、オーバヘッド検出回路(以下、OHDETと略す。)74に供給する。OHDET74は、所定フォーマットのフレームに構成された信号のあらかじめ決められた位置に配置されたOHを検出し、これをヘッダ情報としてヘッダ情報出力端子75に出力する。

【0050】このような構成のDETは、 $n \times m$ 光SW42によってブランチ接続状態で経路が切り替えられた光信号を一旦ディジタル電気信号に変換し、これに含まれるヘッダ情報やビットエラー等を監視する。例えば、SDHやSONET等に規定されるOHの検出を行って、システム全体としての管理情報や光信号の品質状態を監視することができる。

【0051】第1の実施例におけるDET43が有する機能としては、図8～図10に示した光信号レベル検出機能、光SN比検出機能、OH監視機能に限定されるものではない。DET43は、これら各種機能をあらかじめ備えておき、システム構成や伝送される光信号の種類に応じて、適宜選択するようにすることも可能である。

【0052】CNT45は、上述したDET43による検出結果を監視したSV44からの指示にしたがって、例えばSV44の監視結果から特定の光信号の断状態等を検出したときその光信号の経路変更を行う等 $n \times m$ 光SW42に対して迅速に障害処理を行うとともに、 $n \times m$ 光SW42を通過する光信号を監視することができる。このため、CNT45は、監視対象となる光信号それぞれに対して、 $n \times m$ 光SW42において順次ブランチ接続を行って、監視対象となる光信号をDET43に入力させる。このような制御を可能とするCNT45は、図示しない中央処理装置(Central Processing Unit: CPU)を有し、読み出し専用メモリ(Read Only Memory: ROM)等の所定の記憶装置に格納された制御プログラムにしたがって、上述した制御を実行すること

ができるようになっている。

【0053】図11は、このようなCNT45による監視制御の処理内容の概要を表わしたものである。CNT45は、まず監視対象の $n \times m$ 光SW42の入力ポート番号を示す変数*i*を用い、この変数*i*を“1”に初期化する(ステップS80)。すなわち、初期状態として監視対象を、 $n \times m$ 光SW42の入力ポート番号“1”から入力される光信号である第1のサービス信号とする。次に、CNT45は、この入力ポート番号“*i*”からの光信号である第*i*のサービス信号が、ブランチ接続状態で、あらかじめ決められた経路の出力ポート番号の出力ポートと、出力ポート番号“*m*”の出力ポートとから出力されるように、図7に示したような印可電圧 V_j に相当する制御信号を、 $n \times m$ 光SW42に与える(ステップS81)。

【0054】そして、DET43で、出力ポート番号“*m*”から出力された第*i*のサービス信号の品質や管理情報を検出させ、SV44でこれを監視させる(ステップS82)。監視が終了しないとき(ステップS83: N)は、ステップS82に戻って監視を継続する。監視が終了したとき(ステップS83: Y)、変数*i*に“1”を加算する(ステップS84)。変数*i*が、 $n \times m$ 光SW42の監視用出力ポートである出力ポート番号“*m*”を除いた出力ポートの数である*n*より大きいとかを判別し(ステップS85)、変数*i*が*n*以下のとき(ステップS85: N)、再びステップS84で次のサービス信号に対してブランチ接続を行う(ステップS81)。ステップS85で変数*i*が*n*より大きいとき(ステップS85: Y)、再びステップS80に戻る(リターン)。

【0055】次にこのような第1の実施例におけるOXCの動作について、図12および図13を参照しながら具体的に説明する。

【0056】図12は、第1の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図3に示したOXCと同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。ここで、 $n \times m$ 光SW42の入力ポート番号“1”に対応した光信号入力端子40₁から入力される第1のサービス信号は、あらかじめ $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“2”に対応した光信号出力端子41₂から出力されるように経路設定が行われているものとする。同様に、 $n \times m$ 光SW42の入力ポート番号“2”、“*n*”に対応した光信号入力端子40₂、40_nから入力される第2および第*n*のサービス信号88、89は、あらかじめ $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“*n*”、“1”に対応した光信号出力端子41_n、41₁から出力されるように経路設定が行われているものとする。

【0057】第1のサービス信号を監視対象とする場

合、 $n \times m$ 光SW42は、CNT45によって、第1のサービス信号90を $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“2”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。このブランチ接続状態により、光信号出力端子41₂から第1のサービス信号を出力させるとともに、DET43で第1のサービス信号の品質や管理情報を検出し、SV44で監視することができる。なお、第2および第nのサービス信号は、そのまま経路設定された光信号出力端子から出力されるので、他のサービス信号に影響を与えることなく、監視対象のサービス信号のみを監視することができる。この第1のサービス信号の監視が完了すると、次にCNT45は、第2のサービス信号を監視対象となるように、 $n \times m$ 光SW42の経路変更を行う。

【0058】図13は、第1の実施例におけるOXCが第2のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図12と同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。第2のサービス信号を監視対象とする場合、 $n \times m$ 光SW42は、CNT45によって、第1のサービス信号91をあらかじめ決められた $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“2”に経路切替を行い、第nのサービス信号89をあらかじめ決められた $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“1”に経路切替を行う。

【0059】第2のサービス信号92を $n \times m$ 光SW42の出力ポート番号“n”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。このブランチ接続状態により、光信号出力端子41₂から第2のサービス信号を出力させるとともに、DET43で第2のサービス信号の品質や管理情報を検出し、SV44で監視することができる。この第2のサービス信号の監視が完了すると、次にCNT45は、第3のサービス信号を監視対象となるように、 $n \times m$ 光SW42の経路変更を行う。以下、同様に第nのサービス信号まで経路変更を行い、全てのサービス信号に対して繰り返し監視する。

【0060】ところで、既に述べたように第1の実施例における $n \times m$ 光SW42に対して、図7に示した印可電圧 V_3 に相当する制御信号により、ブランチ接続状態を容易に実現することができるものの、このような監視を可能とするため監視対象となるサービス信号の劣化を与えないことが重要となる。そこで、次に光SWにおけるブランチ接続状態が、監視対象となるサービス信号に与える影響について説明する。

【0061】図14は、LiNbO₃で実現された 8×8 光SWのブランチ接続の切り替えを行ったときの応答波形を表わしたものである。ここでは、入力ポート番号“1”から入力された光信号が、 8×8 光SWにより、出力ポート番号“1”から出力される光信号の出力波形100と、出力ポート番号“8”から出力される光信号

の出力波形101とを示している。これらの出力波形は、出力ポート番号“1”に着目すると、その出力光信号が“オン”状態、ブランチ状態、“オフ”状態の3状態を順に遷移するときの応答波形を示す。図7にも示したように出力ポート番号“1”からの出力光信号が“オン”状態のとき、出力ポート番号“8”からの出力光信号は“オフ”状態となる。そして、ブランチ接続状態では、出力ポート番号“1”、“8”から出力光信号が出力される。また、出力ポート番号“1”からの出力光信号が“オフ”状態のとき、出力ポート番号“8”からの出力光信号は“オン”状態となる。

【0062】このように、3状態に遷移させたとき、経路変更にとまなう出力光信号を途切れさせることなく各状態を変化させることができる。

【0063】また、ブランチ接続の切り替えにとまなう符号誤り率について、次のような構成でその特性を測定することができるので、符号誤り率がブランチ接続状態を行わないときと比べてどれくらい劣化するかを把握することができる。

【0064】図15は、ブランチ接続の切り替えにとまなう符号誤り率を測定する測定システムの構成の概要を表わしたものである。ここでは、伝送速度がSONETで規定される光キャリア・レベル192（Optical Carrier-Level-192：以下、OC-192と略す。）の10ギガビット毎秒（Gbps）の光信号に対して擬似ランダム雑音（Pseudo Noise：以下、PNと略す。）を $2^{31}-1$ ビットごとに負荷として与えた測定光信号（PN $2^{31}-1$ ）について、SONETで規定されるユーザ信号が挿入されるペイロード（payload）部の符号誤り率を測定したものである。この測定システムでは、OC-192の送信機（Tx）105から送信された測定電気信号は、E/O106で光信号に変換され、 8×8 光SW107の入力ポート番号“1”に入力させる。 8×8 光SW107は、発信器108からの10キロヘルツ（kHz）周期でスイッチ制御部（SWCNT）109によって出力される制御信号により、“ブランチ接続状態”、出力ポート番号“1”出力、“ブランチ接続状態”、出力ポート番号“1”出力といったように、2状態について経路切り替えを繰り返す。 8×8 光SW107の出力ポート番号“1”から出力された測定光信号は、可変減衰器（Attenuator：ATT）110で出力レベルが調整され、O/E111で電気信号に変換されて、OC-192の受信機112で受信される。符号誤り率は、O/E111の測定点113の測定光信号について測定を行う。

【0065】図16は、図15に示した測定システムの測定点で測定された測定光信号の信号電力の概要を表わしたものである。図15に示した測定システムの測定点における測定光信号は、0.05ミリ秒（ms）ごとに、出力ポート番号“1”から出力させる通常の切替状

態 120 と、ブランチ接続状態 121 とが交互に繰り返される。図 7 に示した印可電圧 V_3 でブランチ接続を行う場合、図 16 に示したようにブランチ接続状態 121 における測定光信号の光信号電力は、通常の切替状態 120 における測定光信号の光信号電力の約半分となる。ここでは、ブランチ接続状態 121 における測定光信号の光信号電力の平均値を、平均受光電力 P_r (単位 dBm) として測定する。

【0066】図 17 は、図 15 で示した測定システムにより測定された 8×8 光 SW におけるブランチ接続切り替えにともなう符号誤り率特性の一例をあらわしたものである。縦軸に、符号誤り率、横軸に平均受光電力 P_r (dBm) を示す。また、図 15 で示したようにブランチ接続切り替えを繰り返したときの符号誤り率 130

(測定点 “○”) を、ブランチ接続を行わないときの符号誤り率 131 (測定点 “●”) とともに示す。このように、測定光信号は、光 SW を切り替えない場合、光 SW におけるブランチ接続状態の経路切り替えを繰り返した場合とで、符号誤り率特性は、ほとんど変化がない。すなわち、光 SW におけるブランチ接続状態の経路切り替えを繰り返した場合であっても、測定光信号に相当するサービス信号の品質が劣化することがないことを意味している。

【0067】このように図 14 ~ 図 17 で説明したように監視対象となるサービス信号は、ブランチ接続によって、ほとんど品質の劣化を生じさせることなく、サービス信号の監視を行うことが可能であることがわかる。

【0068】上述したようなブランチ接続によって光信号の監視を行う第 1 の実施例における OXC は、図 1 および図 2 に示したような構成の光クロスコネクシステム以外にも、WDM 技術を用いた大容量の伝送ネットワークシステムにも適用することができる。

【0069】図 18 は、第 1 の実施例における OXC が適用される WDM 技術を用いた伝送ネットワークシステムの構成の一例を概念的に表わしたものである。この伝送ネットワークシステムは、それぞれ第 1 の実施例における OXC を備えた局 (ノード) 135₁ ~ 135₅ を備え、互いに光信号が伝送される光ファイバ伝送路 136₁ ~ 136₇ により接続される。各光ファイバ伝送路には、波長成分 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ (w は 2 以上の自然数) を有する波長多重光信号が、各ノードで経路が切り替えられてノード間で伝送される。各ノードは、第 1 の実施例における OXC 137₅ と、光伝送装置 138₁ ~ 138₄ と、波長分割多重分離器 139₁ ~ 139₄ とを有している。波長分割多重分離器 139₁、139₂ には、他局である各ノードからの波長多重光信号が入力され、 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の各波長成分の光信号に分離される。この分離された各波長成分の光信号と、光伝送装置 138₁、138₂ からの光信号は、OXC 137₅ の入力ポートに供給される。OXC 137₅ の出力ポートからは、上述した

ように経路切り替えが行われた光信号が波長分割多重分離器 139₃、139₄ と光伝送装置 138₃、138₄ とに入力される。波長分割多重分離器 139₃、139₄ は、 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の各波長成分の光信号を多重し、他局のノードに対して出力する。

【0070】このように OXC 137₅ では、波長成分単位に経路設定を行って、任意の伝送経路を設定するとともに、OXC 137₅ 内を通過する光信号の品質と管理情報等を監視する。そして、他ノード間の接続は WDM により、任意のノードに対して大容量の伝送を行うことができる。

【0071】以上説明したように第 1 の実施例における OXC は、 n 個の入力ポートから入力された光信号それぞれを、CNT 45 からの制御信号にしたがって順に $n \times m$ 光 SW 42 で、 n 個の出力ポートのいずれか 1 つと、所定の監視用出力ポートとでブランチ接続を行う。そして、監視用出力ポートから出力された光信号から DET 43 で品質や管理情報を検出し、SV 44 で監視する。これにより、OXC を通過する監視すべきサービス信号が複数本の場合であっても、1 つずつブランチ状態により監視を行うことで、各サービス信号を監視するための信号検出手段および監視手段が 1 つのみでよいので、OXC の装置の小型化と低コスト化を図ることができる。また、ブランチ接続を行うことによって、監視対象とされないサービス信号だけでなく、監視対象とされるサービス信号についても、品質に影響を与えることなく、監視を行うことができる。

【0072】第 2 の実施例

【0073】第 1 の実施例における OXC は、CNT 45 が図 7 に示したような印可電圧 V_3 を制御信号として $n \times m$ 光 SW 42 に対して与えることによって、例えば入力ポート番号 “1” から入力された光信号が、それぞれ 3 dB ずつ減衰して同時に出力ポート番号 “1”、“ m ” から出力させるものとして説明した。これに対して、第 2 の実施例における OXC は、 $n \times m$ 光 SW の監視用出力ポートから出力された光信号を一旦光増幅器で増幅させることで、監視用出力ポートから出力されるレベルの低い光信号に対してもその監視機能を実行する。

【0074】図 19 は、このような第 2 の実施例における OXC の構成の概要を表わしたものである。第 2 の実施例における OXC は、 n 個の光信号入力端子 140₁ ~ 140_n と、 n 個の光信号出力端子 141₁ ~ 141_n と、 $n \times m$ 光 SW 142 とを有している。ここで、 m は “ $n+1$ ” である。 $n \times m$ 光 SW 142 の n 個の入力ポートは、それぞれ光信号入力端子 140₁ ~ 140_n に接続され、 $n \times m$ 光 SW 142 の m 個の出力ポートのうち n 個はそれぞれ光信号出力端子 141₁ ~ 141_n に接続される。さらにこの OXC は、 $n \times m$ 光 SW 142 の残り 1 個の出力ポートから出力される光信号を増幅する光増幅器 143 と、この光増幅器 143 によって増幅され

た光信号の品質や管理情報を検出するDET144と、DET144によって検出された光信号の品質や管理情報を監視するSV145と、SV145の監視結果に基づいて $n \times m$ 光SW142の経路設定を変更する制御信号を生成するCNT146とを備えている。

【0075】第2の実施例における $n \times m$ 光SW142、DET144、SV145の構成および動作は、それぞれ第1の実施例における $n \times m$ 光SW42、DET43、SV44と同様であるため説明を省略する。

【0076】第2の実施例におけるOXCは、CNT146による監視処理のフローは第1の実施例と同様であるが、 $n \times m$ 光SW142に対して与える制御信号である印可電圧の電圧値が異なる。このOXCは、制御信号にしたがって $n \times m$ 光SW142の入力ポートから入力された光信号がブランチ接続状態とされたとき、この光信号の分岐比が光信号出力端子141₁～141_nの方へ出力されるサービス信号のレベルが高くなるように設定される。これにともない、監視用出力ポートから出力される監視用の光信号のレベルが低くなる。このため、第2の実施例におけるOXCは、光増幅器143で $n \times m$ 光SW142の監視用出力ポートから出力された光信号を増幅してから、DET144で増幅された光信号の各種状態を検出するようにしている。

【0077】このようなブランチ接続を可能とするCNT146からの制御信号について、図7に示した 8×8 光SWのスイッチング特性を例に説明する。

【0078】図20は、図7に示した 8×8 光SWのスイッチング特性の一例における分岐比設定の概念を表わしたものである。第1の実施例におけるOXCでは、印可電圧 V_3 に相当する電圧値を制御信号として光SWに与えるようにしたので、出力ポート番号“1”、“m”から出力される光信号レベルは同等であり、符号誤り率の特性を劣化させることなくそのまま光信号の監視を行っていた。しかし、この制御信号について、精度が要求される場合がある。そこで、第2の実施例におけるOXCでは、印可電圧 V_4 に相当する電圧値を制御信号として光SWに与える。

【0079】印可電圧 V_4 に相当する電圧値を光SWに与えることによって、例えば 8×8 光SWの出力ポート番号“1”から出力される光信号の相対光電力値61は、第1の実施例における P_0 から P_1 になって出力レベルが高くなる。一方、例えば 8×8 光SWの出力ポート番号“8”から出力される光信号の相対光電力値62は、第1の実施例における P_0 から P_7 になって出力レベルが低くなる。 $n \times m$ 光SW142は、ブランチ接続の分岐比の設定について、印可電圧 V_3 からずらすことによって、任意のレベル比に設定することができる。したがって、光増幅器143がここで設定したレベル比に対応した増幅率で監視用の光信号を増幅させることで、サービス信号のレベルをできるだけ高く保ちながら、DE

T144でその品質や管理情報の監視を行うことができる。

【0080】図21は、第2の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図19に示したOXCと同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。ここで、 $n \times m$ 光SW142の入力ポート番号“1”に対応した光信号入力端子140₁から入力される第1のサービス信号は、あらかじめ $n \times m$ 光SW142の出力ポート番号“2”に対応した光信号出力端子141₁から出力されるように経路設定が行われているものとする。同様に、 $n \times m$ 光SW142の入力ポート番号“2”、“n”に対応した光信号入力端子140₂、140_nから入力される第2および第nのサービス信号150、151は、あらかじめ $n \times m$ 光SW142の出力ポート番号“n”、“1”に対応した光信号出力端子141_n、141₁から出力されるように経路設定が行われているものとする。

【0081】第1のサービス信号を監視対象とする場合、 $n \times m$ 光SW142は、CNT146によって、第1のサービス信号152を $n \times m$ 光SW142の出力ポート番号“2”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。このブランチ接続状態により、出力ポート番号“2”から出力された第1のサービス信号を光信号出力端子141₁から出力させるとともに、出力ポート番号“m”から出力された第1のサービス信号の一部を光増幅器143で一旦所定レベルまで増幅した後DET144でその品質や管理情報を検出し、SV145で監視することができる。なお、第2および第nのサービス信号は、そのまま経路設定された光信号出力端子から出力されるので、他のサービス信号に影響を与えることなく、監視対象のサービス信号のみを監視することができる。ここで、ブランチ接続状態における分岐比の設定を、出力ポート番号“2”から出力される第1のサービス信号のレベルが、出力ポート番号“m”から出力される第1のサービス信号の一部である監視用の光信号のレベルより十分大きく設定することによって、サービス信号のレベルをほとんど低下させずにその品質等を監視することができ、より信頼性を向上させることができる。

【0082】このように第2の実施例におけるOXCでは、CNT146で $n \times m$ 光SW142をブランチ接続状態とすると、その分岐比を監視用の光信号が十分小さくなるように設定する一方、分岐された監視用の光信号を光増幅器143で一旦増幅してから、その品質や管理情報を監視するようにした。これにより、本来伝送させるべきサービス信号のレベルをほとんど低下させず、かつその品質等の監視機能を損なうことがないので、より信頼性を向上させることができる。

【0083】第3の実施例

【0084】第1および第2の実施例におけるOXCでは、光SWに監視用出力ポートを割り当て、常に装置内を伝送されるサービス信号の品質等を監視するようにしていた。これに対して、第3の実施例におけるOXCは、光SWに割り当てられた監視用出力ポートに対して、サービス信号の監視をしないとき、例えば優先度の低いサービス信号を他の出力ポートと同様に収容するようにしている。

【0085】図22は、第3の実施例におけるOXCの構成の概要を表わしたものである。第3の実施例におけるOXCは、 m 個の光信号入力端子160₁~160 _{m} と、 m 個の光信号出力端子161₁~161 _{m} と、 $m \times m$ 光SW162とを有している。さらにこのOXCは、 $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“ m ”から出力される光信号の品質や管理情報を検出する一方、光信号をそのまま光信号出力端子161 _{j} に出力させるDET163と、DET163によって検出された光信号の品質や管理情報を監視するSV164と、SV164の監視結果に基づいて $m \times m$ 光SW162の経路設定を変更する制御信号を生成するCNT165とを備えている。

【0086】 $m \times m$ 光SW162は、入力ポートの数が第1の実施例における $n \times m$ 光SW42より1個多いものの、その動作は本質的に変わらない。また、第3の実施例におけるSV164は、第1の実施例におけるSV44と同様である。これに対して第3の実施例におけるDET163は、 $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“ m ”から出力された光信号状態等を検出する機能を有するとともに、光信号をそのまま出力する機能を有する。このDET163の検出機能として、例えば光信号レベル検出機能、光SN比検出機能、光再生およびOH検出機能、光再生およびOH終端機能がある。CNT165は、第1の実施例におけるCNT45と同様の監視処理を行うとともに、監視を行わないとき、 $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“ m ”から出力された優先度の低いサービス信号をそのまま光信号出力端子161 _{j} に出力させる。

【0087】図23は、光信号レベル検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を表わしたものである。このDETでは、光信号が入力端子170から入力され、光カプラ171により2分岐される。光カプラ171によって2分岐された一方は、そのまま出力端子172より出力される。光カプラ171によって2分岐された他方は、PD173に入力される。PD173は、入力された分岐光の受光レベルに応じた大きさの光電流を発生させる。PD173が発生させた光電流は、電流-電圧変換回路174に供給される。電流-電圧変換回路174は、供給された光電流に対応した値の電圧を生成し、これを光レベル検出値として光レベル検出値出力端子175に出力する。

【0088】このような構成のDETは、光SWによっ

て経路が切り替えられた光信号の一部を分岐し、PD173および電流-電圧変換回路174で分岐光の光レベルを検出し、光信号レベルが光SW通過後に所望のレベルになっているか否かを監視するのに用いられる。

05 【0089】図24は、光SN比検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を表わしたものである。このようなDETでは、光信号が入力端子176から入力され、光カプラ177により2分岐される。光カプラ177によって2分岐された一方は、そのまま出力端子178より出力される。光カプラ177によって2分岐された他方は、光信号SN比検出回路179に入力される。光信号SN比検出回路179は、入力された分岐光の信号レベルと雑音レベルの比である光信号SN比を検出する。光信号SN比検出回路179によって検出された光信号SN比は、光信号SN比検出値として、光信号SN比検出値出力端子180に出力される。

【0090】このような構成のDETは、光SWによって経路が切り替えられた光信号の一部を分岐し、光信号SN比検出回路179で分岐光のSN比を検出し、光SW通過後の光信号の品質を監視するのに用いられる。

【0091】図25は、光再生機能およびOH検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を表わしたものである。このようなDETでは、波長成分 λ_a を有する光信号が入力端子181から入力され、O/E182に供給される。O/E182は、入力された光信号の光信号レベルに応じた値の電気信号に変換し、E/O183と、OHDET184とに供給する。E/O183は、供給された電気信号レベルに応じたレベルで、波長成分 λ_x を有する光信号に変換し、出力端子185に出力する。OHDET184は、所定フォーマットのフレームに構成された信号のあらかじめ決められた位置に配置されたOHを検出し、ヘッダ情報としてヘッダ情報出力端子186に出力する。

35 【0092】このような構成のDETは、光SWによって経路が切り替えられた光信号を一旦ディジタル電気信号に変換し、電気的にSN比を改善してから再び光信号に変換して送出するとともに、ディジタル電気信号中に含まれるヘッダ情報やビットエラー等を監視する。例えば、SDHやSONET等に規定されるOHの検出を行って、システム全体としての管理情報や光信号の品質状態を監視することができる。また、その再生機能の面からは、例えば、局間の長距離光伝送の再生装置として、あるいは入出力間で光信号の波長成分を λ_a から λ_x に変換する場合等に用いられる。

45 【0093】図26は、光再生機能およびOH終端機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を表わしたものである。このようなDETでは、波長成分 λ_a を有する光信号が入力端子187から入力され、O/E188に供給される。O/E188は、入力

された光信号の光信号レベルに応じた値の電気信号に変換し、OH終端部（TeRMinal：以下、TRMと略す。）189に供給する。OHTRM部189は、所定フォーマットのフレームに構成された信号のあらかじめ決められた位置に配置されたOHを検出し、ヘッダ情報としてヘッダ情報出力端子190に出力するとともに、OHの再構成を行って一旦OHを終端した後、E/O191に供給する。E/O191は、供給された電気信号レベルに応じたレベルで、波長成分 λ_x を有する光信号に変換し、出力端子192に出力する。

【0094】このような構成のDETは、光SWによって経路が切り替えられた光信号を一旦デジタル電気信号に変換し、電氣的にSN比を改善してから再び光信号に変換して送出するとともに、デジタル電気信号中に含まれるヘッダ情報やビットエラー等を監視する。例えば、SDHやSONET等に規定されるOHの検出を行って、システム全体としての管理情報や光信号の品質状態を監視することができる。さらに、OHTRM部189は、OHを終端させて、OHの再構成を行い、ネットワークの管理機能を高める。また、その再生機能の面からは、例えば、局間の長距離光伝送の再生装置として、あるいは入出力間で光信号の波長成分を λ_a から λ_x に変換する場合等に用いられる。

【0095】第3の実施例におけるDET163が有する機能としては、図23～図26に示した光信号レベル検出機能、光SN比検出機能、光再生およびOH検出機能、光再生およびOH終端機能に限定されるものではない。DET163は、これら各種機能をあらかじめ備えておき、システム構成や伝送される光信号の種類に応じて、適宜選択するようにすることも可能である。

【0096】次にこのような第3の実施例におけるOXCの動作について、図27および図28を参照しながら具体的に説明する。

【0097】図27は、第3の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図22に示したOXCと同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。ここで、 $m \times m$ 光SW162の入力ポート番号“1”に対応した光信号入力端子160₁から入力される第1のサービス信号は、あらかじめ $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“2”に対応した光信号出力端子161₂から出力されるように経路設定が行われているものとする。

【0098】第1のサービス信号を監視対象とする場合、 $m \times m$ 光SW162は、CNT165によって、第1のサービス信号195を $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“2”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。このブランチ接続状態により、光信号出力端子161₂から第1のサービス信号を出力させるとともに、DET163で第1の

サービス信号の品質や管理情報を検出し、SV164で監視することができる。監視を継続する場合、第1の実施例と同様に第1のサービス信号の監視が完了すると、次にCNT165は、第2のサービス信号を監視対象となるように、 $m \times m$ 光SW162の経路変更を行う。しかし、第3の実施例におけるOXCのCNT165は、このような監視を行わないとき、光信号入力端子160₁から入力された優先度の低いサービス信号を、そのまま光出力端子161₁から出力させることができる。

【0099】図28は、第3の実施例におけるOXCが監視を行わないときの接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図22に示したOXCと同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。すなわち、 $m \times m$ 光SW162の入力ポート番号“1”に対応した光信号入力端子160₁から入力される第1のサービス信号196は、あらかじめ $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“2”に対応した光信号出力端子161₂から出力されるように経路切り替えが行われる一方、 $m \times m$ 光SW162の入力ポート番号“m”に対応した光信号入力端子160_mから入力される優先度の低い第mのサービス信号197は、 $m \times m$ 光SW162の出力ポート番号“m”から出力され、そのままDET163を介して、光信号出力端子161₁から出力される。

【0100】このように第3の実施例におけるOXCは、第1の実施例におけるOXCに対して入力ポートを1つ増やして、監視を行わないとき、そのまま光信号出力端子から出力させるようにしたので、例えば優先度の低いサービス信号を収容することができ、装置内のリソースを有効活用して容易に収容能力を向上させることができる。

【0101】第4の実施例

【0102】第4の実施例におけるOXCは、第1の実施例におけるOXCにWDM技術を用いて大容量の光信号伝送を可能とする。

【0103】図29は、第4の実施例におけるOXCの構成の概要を表わしたものである。第4の実施例におけるOXCは、互いに異なる波長成分 $\lambda_1 \sim \lambda_w$ が波長多重された光信号がそれぞれ入力されるp（pは2以上の自然数）個の光信号入力端子200₁～200_pと、p個の光信号出力端子201₁～201_pと、 $n \times m$ 光SW202とを有している。ここで、mは“n+1”である。さらに、光信号入力端子200₁～200_pそれぞれに対応して、光増幅器203₁～203_pと、波長分離器204₁～204_pとを備えている。光増幅器203₁～203_pは、それぞれ光信号入力端子200₁～200_pから入力された光信号を増幅し、波長分離器204₁～204_pに供給する。波長分離器204₁～204_pは、それぞれ波長成分 λ_1 、 λ_2 、…、 λ_w ごとに波長分離し、 $n \times m$ 光SW202のn個の入力ポートのいずれかに入力させる。

【0104】さらに第4の実施例におけるOXCは、 $n \times m$ 光SW202の m 個の出力ポートのうち n 個の出力ポートから出力された光信号を w 個ごとに、それぞれ $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の波長成分に波長変換する p 組の波長変換器205₁₋₁~205_{1-p}、205₁₋₂~205_{1-p}、…、205_{1-p}~205_{1-p}と、これら p 組の波長変換器で変換された $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の波長成分を有する光信号を多重する波長多重器206₁~206_pと、波長多重器206₁~206_pそれぞれによって多重された波長多重光を増幅する光増幅器207₁~207_pとを備えている。

【0105】またこのOXCは、 $n \times m$ 光SW202の残り1個の出力ポートから出力される光信号の品質や管理情報を検出するDET208と、DET208によって検出された光信号の品質や管理情報を監視するSV209と、SV209の監視結果に基づいて $n \times m$ 光SW202の経路設定を変更する制御信号を生成するCNT210とを備えている。

【0106】第4の実施例における $n \times m$ 光SW202、DET208、SV209、CNT210の構成および動作は、第1の実施例における $n \times m$ 光SW42、DET43、SV44、CNT45とそれぞれ同様であるため説明を省略する。

【0107】このような構成の第4の実施例におけるOXCは、光信号入力端子200₁~200_pに他局（ノード）から伝送されてくる $\lambda_1 \sim \lambda_w$ の波長成分が多重化された光信号が入力され、光増幅器203₁~203_pで光増幅される。光増幅器203₁~203_pで光増幅された光信号は、波長分離器204₁~204_pでそれぞれ各波長成分ごとに分離され、 $n \times m$ 光SW202の n 個の入力ポートに入力される。 $n \times m$ 光SW202は、第1の実施例における $n \times m$ 光SW42と同様に、CNT210からの制御信号にしたがって、 n 個の入力ポートと m 個の出力ポートとを任意に接続できるようになっている。この経路設定により光信号入力端子200₁~200_pから入力された光信号は、所望の出力ポートから出力させることが可能となる。

【0108】 $n \times m$ 光SW202の m 個の出力ポートのうち出力ポート番号“1”~“ $m-1$ ”から出力された光信号は、 w 個単位に p 組の波長変換器であらかじめ決められた波長成分の光信号に変換される。波長変換器205₁₋₁（ x は1~ w ）は、波長成分 λ_x に変換する。波長変換器205₁₋₁~205_{1-p}、205₁₋₂~205_{1-p}、…、205_{1-p}~205_{1-p}によって各波長成分に変換された光信号は、 w 個ごとに波長多重器206₁~206_pにより多重される。波長多重器206₁~206_pによって多重された多重光は、光増幅器207₁~207_pで光増幅され、それぞれ光信号出力端子201₁~201_pから出力される。その際、いずれか1つの入力ポートから入力された光信号は、ブランチ接続と呼ばれる接続状態で2つの出力ポートに同時に出力され、その1

つをDET208が接続される出力ポートから出力される。各入力ポートから入力された光信号は、このようなブランチ接続によって、順にDET208が接続される出力ポートから出力される。

05 【0109】 $n \times m$ 光SW202の出力ポート番号“ m ”から出力された光信号は、第1の実施例におけるOXCと同様に、DET208で光信号レベル、光SN比、OH等が検出され、SV209で監視される。

【0110】このように第4の実施例におけるOXC
10 は、 $n \times m$ 光SW202の入力側に波長分離器204₁~204_pにより波長成分ごとに分離し、 $n \times m$ 光SW202でブランチ接続状態であらかじめ決められた出力ポートと監視用出力ポートとに同時に出力させる。 $n \times m$ 光SW202の監視用出力ポート以外の出力ポートには、あらかじめ決められた波長成分に変換する波長多重器206₁~206_pを備え、ここで波長多重を行って、各光信号出力端子から出力させるようにした。これにより、第1の実施例と同様に各サービス信号を監視するための信号検出手段および監視手段が1つのみでよいの
15 で、OXCの装置の小型化と低コスト化を図ることができるとともに、WDM技術を用いた大容量伝送にも容易に対応することができる。

【0111】第5の実施例

【0112】第1~第4の実施例におけるOXCは、光SWを伝送される片方向の光信号のみを監視するようにしていたが、これに限定されるものではない。第5の実施例におけるOXCは、光サーキュレータを用いることによって、双方向の光信号を収容する。

【0113】図30は、第5の実施例におけるOXCの構成の概要を表わしたものである。第5の実施例におけるOXCは、 n 個の上り方向光信号入力端子220₁~220_nと、 n 個の下り方向光信号出力端子221₁~221_nと、 n 個の上り方向光信号出力端子222₁~222_nと、 n 個の下り方向光信号入力端子223₁~223_nと、 $m \times m$ 光SW224とを有している。ここで、 m は“ $n+1$ ”である。また、第5の実施例におけるOXCは、 $m \times m$ 光SW224の m 個の入力側ポートのうち
30 n 個の入力側ポートそれぞれに対応して設けられた光サーキュレータ225₁~225_nと、 $m \times m$ 光SW224の
40 m 個の出力側ポートのうち n 個の出力側ポートそれぞれに対応して設けられた光サーキュレータ226₁~226_nとを備えている。ここでは、 $m \times m$ 光SW224の入力側ポート番号“1”~“ n ”に対応して光サーキュレータ225₁~225_nが設けられ、 $m \times m$ 光SW2
45 24の出力側ポート番号“1”~“ n ”に対応して光サーキュレータ226₁~226_nが設けられているものとする。

【0114】光サーキュレータ225₁~225_nは、それぞれ $m \times m$ 光SW224の各入力側ポートの他に、上
50 り方向光信号入力端子220₁~220_nと、下り方向光

信号出力端子 221₁~221_nとに接続されている。光サーキュレータ 225₁~225_nは、上り方向光信号入力端子 220₁~220_nからの光信号を m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”~“n”の入力側ポートそれぞれに対して出力し、m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”~“n”の入力側ポートからの光信号を下り方向光信号出力端子 221₁~221_nに対して出力する。

【0115】光サーキュレータ 226₁~226_nは、それぞれ m×m 光 SW 224 の各出力側ポートの他に、上り方向光信号出力端子 222₁~222_nと、下り方向光信号入力端子 223₁~223_nとに接続されている。光サーキュレータ 226₁~226_nは、m×m 光 SW 224 の出力側ポート番号“1”~“n”の出力側ポートからの光信号を上り方向光信号出力端子 222₁~222_nに対して出力し、下り方向光信号入力端子 223₁~223_nからの光信号を m×m 光 SW 224 の出力側ポート番号“1”~“n”の出力側ポートそれぞれに対して出力する。

【0116】さらに第 5 の実施例における OXC は、m×m 光 SW 224 のそれぞれ残り 1 個の入力側ポート番号“m”の入力側ポートと、出力側ポート番号“m”の出力側ポートとに、各ポートから出力される光信号の品質や管理情報を検出する DET 227、228 と、これら DET 227、228 によって検出された光信号の品質や管理情報を監視する SV 229 と、SV 229 の監視結果に基づいて m×m 光 SW 224 の経路設定を変更する制御信号を生成する CNT 230 とを備えている。

【0117】m×m 光 SW 224 は、双方向の光信号が伝送されるものの、その構成および動作は本質的に第 3 の実施例における m×m 光 SW 162 と同様であるため、説明を省略する。DET 227、228、SV 229 の構成および動作は、第 1 の実施例における DET 43、SV 44 と同様であるため説明を省略する。

【0118】次にこのような第 5 の実施例における OXC の動作について、図 31 を参照しながら具体的に説明する。

【0119】図 31 は、第 5 の実施例における OXC のブランチ接続状態を概念的に表わしたものである。ただし、図 30 に示した OXC と同一部分には同一符号を付し、説明を省略する。ここで、m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”の入力側ポートから入力される第 1 のサービス信号は、n×m 光 SW 224 の出力側ポート番号“2”の出力側ポートから出力されるように経路設定が行われているものとする。すなわち、上り方向光信号入力端子 220₁から入力された光信号は、光サーキュレータ 225₁により m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”の入力側ポートに対して出力され、経路切り替えが行われて出力側ポート番号“2”の出力側ポートから出力される。m×m 光 SW 224 の出力側ポ

ート番号“2”の出力側ポートから出力された光信号は、光サーキュレータ 226₂により上り方向光信号出力端子 222₂に対して出力される。また、下り方向光信号入力端子 223₂から入力された光信号は、光サーキュレータ 226₂により m×m 光 SW 224 の出力側ポート番号“2”の出力側ポートに対して出力され、経路切り替えが行われて入力側ポート番号“1”の入力側ポートから出力される。m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”の入力側ポートから出力された光信号は、光サーキュレータ 225₁により下り方向光信号出力端子 221₁に対して出力される。

【0120】この OXC は、上り方向光信号入力端子 220₁から入力された上りサービス信号 231 を監視対象とする場合、m×m 光 SW 42 は、CNT 230 によって、上りサービス信号 231 を m×m 光 SW 224 の出力側ポート番号“2”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。同様に、下り方向光信号入力端子 223₂から入力された下りサービス信号 232 を監視対象とする場合、m×m 光 SW 224 は、CNT 230 によって、下りサービス信号 232 を m×m 光 SW 224 の入力側ポート番号“1”、“m”から同時に出力するように経路設定が行われる（ブランチ接続状態）。

【0121】このブランチ接続状態により、上り方向光信号出力端子 222₂から上りサービス信号を出力させるとともに、DET 228 で上りサービス信号の品質や管理情報を検出し、SV 229 で監視することができる。同様に、下り方向光信号出力端子 221₁から下りサービス信号を出力させるとともに、DET 227 で下りサービス信号の品質や管理情報を検出し、SV 229 で監視することができる。このように、上りサービス信号あるいは下りサービス信号の監視が完了すると、CNT 230 は、次のサービス信号を監視対象となるように、m×m 光 SW 224 の経路変更を行う。

【0122】このように第 5 の実施例における OXC は、m×m 光 SW 224 の入力側ポートおよび出力側ポートそれぞれに光サーキュレータ 225₁~225_n、226₁~226_nと DET 227、228 を設け、上り方向および下り方向のサービス信号の双方を伝送させるとともに、ブランチ接続状態で各サービス信号の品質等を監視させるようにした。これにより、双方向の光信号について、OXC を通過する監視すべきサービス信号が複数本の場合であっても、各方向について各サービス信号を監視するための信号検出手段および監視手段が 1 つのみでよいので、OXC の装置の小型化と低コスト化を図ることができる。

【0123】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、装置内を通過する監視すべきサービス信号が複数本の場合であっても、1 つずつブランチ接続により監視を行うこ

とで、各サービス信号を監視するための信号検出手段および監視手段が1つのみでよいので、装置の小型化と低コスト化を図ることができる。また監視対象とされないサービス信号だけでなく、監視対象とされるサービス信号についても、品質に影響を与えることなく、監視を行うことができる。

【0124】また請求項2記載の発明によれば、光信号監視手段に入力される監視用の光信号と、もう一方の第2のポートから出力される信号とでの分岐比を変えて、監視用の光信号のレベルが低くなったとしても、本来伝送すべき光信号のレベルがその分高くなることから、監視機能を有する信頼性の高い光クロスコネクタ装置を提供することができる。

【0125】さらに請求項3記載の発明によれば、監視を行わないとき、そのまま他の光信号と同様に出力させるようにしたので、例えば優先度の低いサービス信号を収容することができ、装置内のリソースを有効活用して容易に収容能力を向上させることができる。

【0126】さらにまた請求項4記載の発明によれば、装置の小型化と低コスト化を図ることができるとともに、WDM技術を用いた大容量伝送にも容易に対応することができる。

【0127】さらに請求項5または請求項8記載の発明によれば、所定フレームフォーマットのオーバーヘッド部に配置される管理情報を検出し、これを監視するようにしたので、例えばSDHやSONETのような既存のネットワークシステムに容易に適用することができる。

【0128】さらにまた請求項6または請求項9記載の発明によれば、各ポートごとに順に、光スイッチ手段の経路を分岐させるようにしたので、光クロスコネクタ装置が大規模になってポート数が増大した場合であっても、光信号を監視するための検出手段および監視手段は1つずつ、簡素な構成で容易に全てのポートから入力される光信号を監視することができる。

【0129】さらに請求項7記載の発明によれば、双方向の光信号について、装置内を通過する監視すべきサービス信号が複数本の場合であっても、各方向について各サービス信号を監視するための信号検出手段および監視手段が1つのみでよいので、OXCの装置の小型化と低コスト化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるOXCが適用される光クロスコネクタシステムの構成の一例を示す模式図である。

【図2】第1の実施例におけるノードの構成の一例を示す構成図である。

【図3】第1の実施例におけるOXCの構成の概要を示す構成図である。

【図4】第1の実施例における4×4光SWの構成の一例を示す説明図である。

【図5】第1の実施例における8×8光SWの構成の一例を示す説明図である。

【図6】第1の実施例における32×32光SWの構成の一例を示す説明図である。

05 【図7】8×8光SWのスイッチング特性の一例を示す説明図である。

【図8】第1の実施例における光信号レベル検出機能を有する場合のDETの構成の概要を示すブロック図である。

10 【図9】第1の実施例における光SN比検出機能を有する場合のDETの構成の概要を示すブロック図である。

【図10】第1の実施例におけるOH検出機能を有する場合のDETの構成の概要を示すブロック図である。

15 【図11】第1の実施例におけるCNTによる監視制御の処理内容の概要を示す流れ図である。

【図12】第1の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を示す説明図である。

20 【図13】第1の実施例におけるOXCが第2のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を示す説明図である。

【図14】8×8光SWのブランチ接続の切り替えを行ったときの応答波形の一例を示す説明図である。

25 【図15】ブランチ接続の切り替えにともなう符号誤り率を測定する測定システムの構成の概要を示す構成図である。

【図16】図15の測定システムで測定される測定光信号の信号電力の概要を示す説明図である。

30 【図17】8×8光SWにおけるブランチ接続切り替えにともなう符号誤り率特性の一例を示す説明図である。

【図18】第1の実施例におけるOXCが適用されるWDM技術を用いた伝送ネットワークシステムの構成の一例を示す説明図である。

35 【図19】第2の実施例におけるOXCの構成の概要を示す構成図である。

【図20】第2の実施例における分岐比設定の概念を説明するための説明図である。

40 【図21】第2の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を示す説明図である。

【図22】第3の実施例におけるOXCの構成の概要を示す構成図である。

45 【図23】光信号レベル検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を示す構成図である。

【図24】光SN比検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を示す構成図である。

50 【図25】光再生機能およびOH検出機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を示す構成図である。

【図26】光再生機能およびOH終端機能を有する場合の第3の実施例におけるDETの構成の概要を示す構成図である。

【図27】第3の実施例におけるOXCが第1のサービス信号を監視対象としているときのブランチ接続状態を示す説明図である。

【図28】第3の実施例におけるOXCが監視を行わないときの接続状態を示す説明図である。

【図29】第4の実施例におけるOXCの構成の概要を示す構成図である。

【図30】第5の実施例におけるOXCの構成の概要を示す構成図である。

【図31】第5の実施例におけるOXCのブランチ接続状態を示す説明図である。

【図32】従来のOXCが適用された光クロスコネク

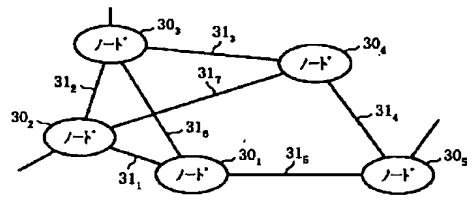
の構成を示す概念図である。

【図33】従来のOXCの構成の概要を示す構成図である。

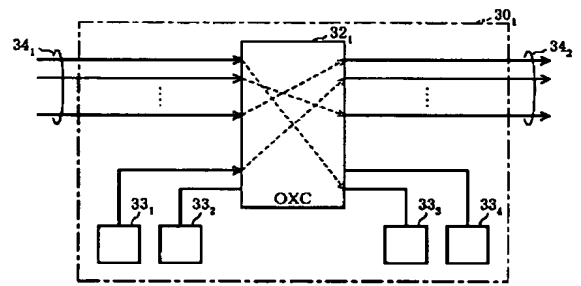
【符号の説明】

- 05 30₁～30₅ ノード
- 31₁～31₇, 34₁, 34₂ 光ファイバ伝送路
- 32₁ OXC
- 33₁～33₄ 光伝送装置
- 40₁～40_n 光信号入力端子
- 10 41₁～41_n 光信号出力端子
- 42 n×m光SW
- 43 DET
- 44 SV
- 45 CNT
- 15

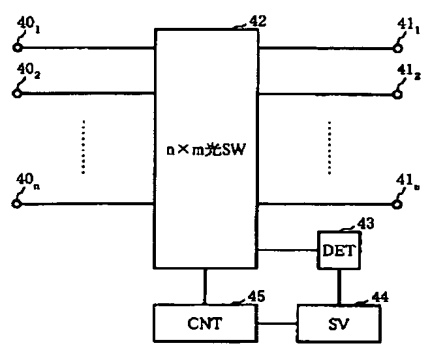
【図1】



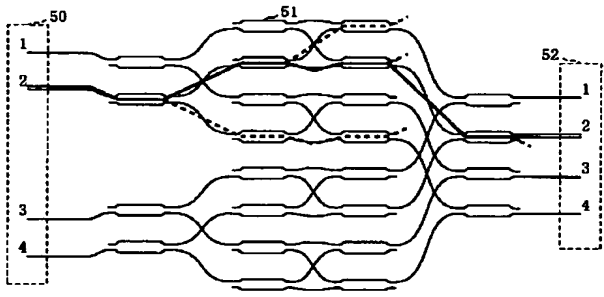
【図2】



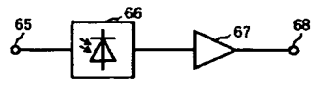
【図3】



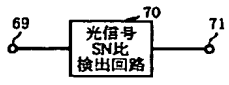
【図4】



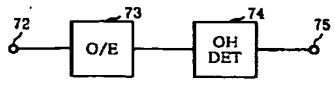
【図8】



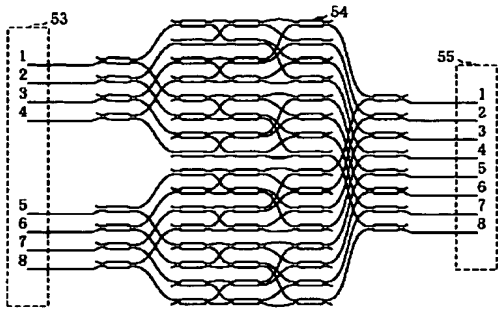
【図9】



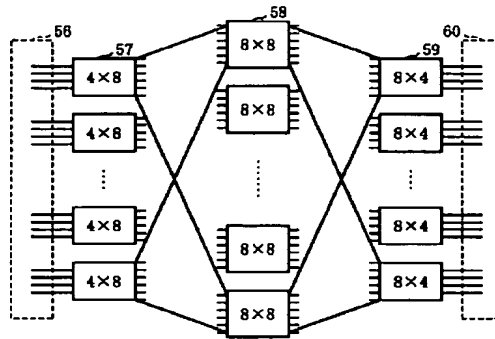
【図10】



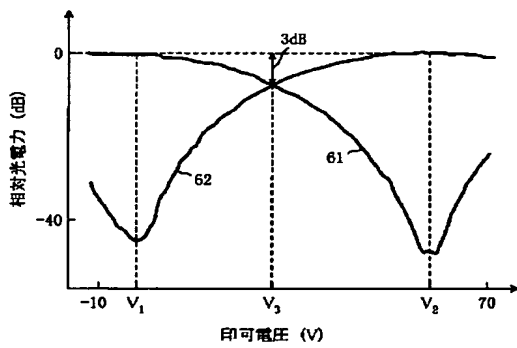
【図 5】



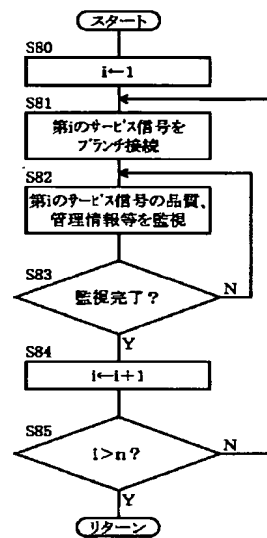
【図 6】



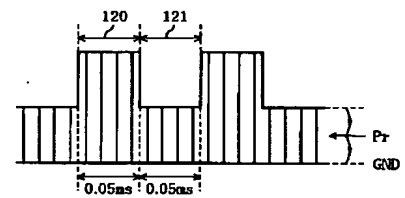
【図 7】



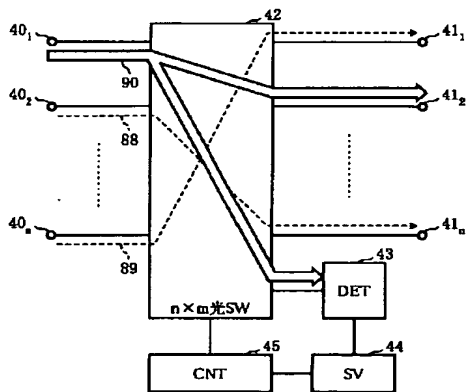
【図 11】



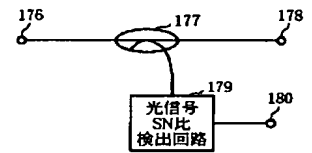
【図 16】



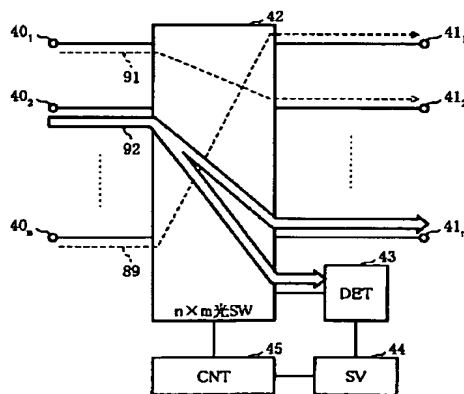
【図 12】



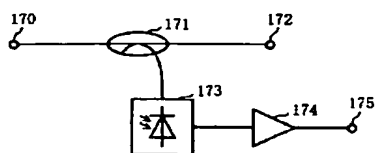
【図 24】



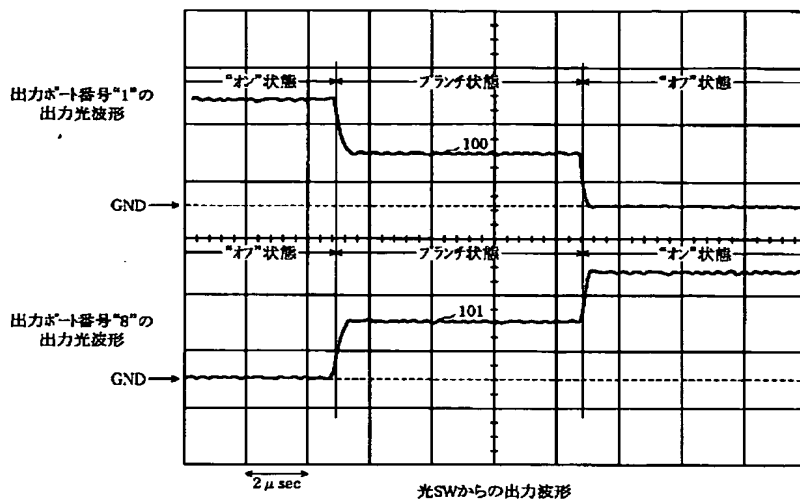
【図 13】



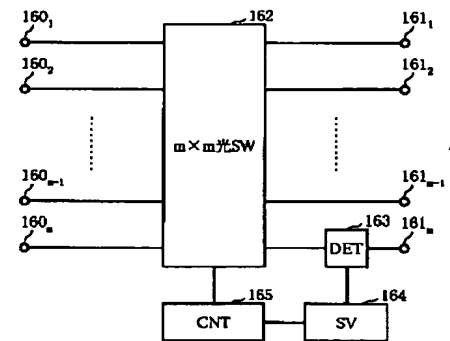
【図 23】



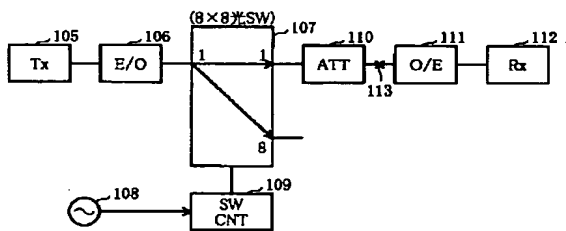
【図14】



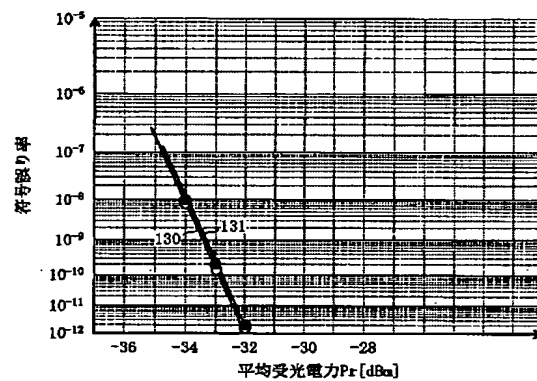
【図22】



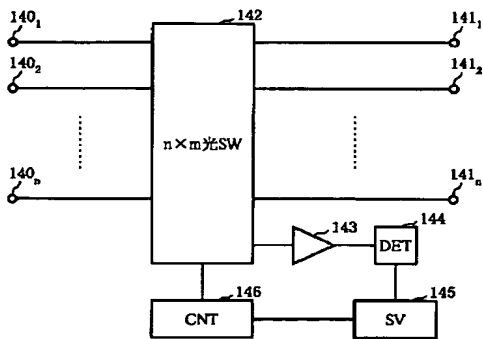
【図15】



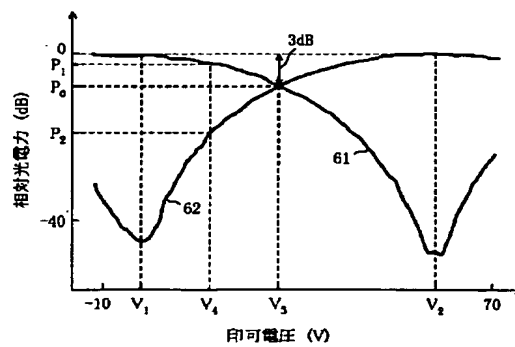
【図17】



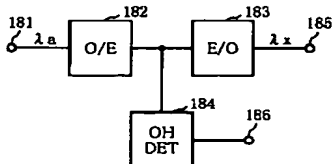
【図19】



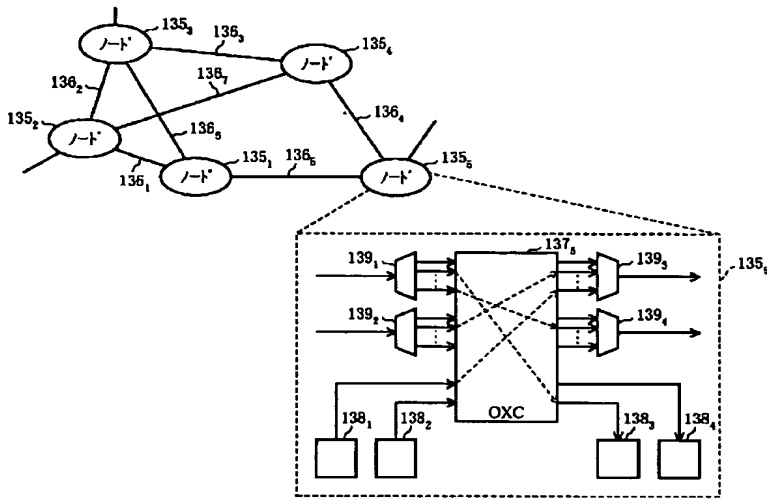
【図20】



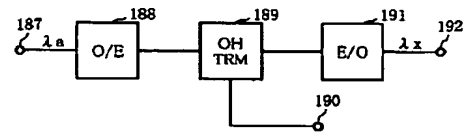
【図25】



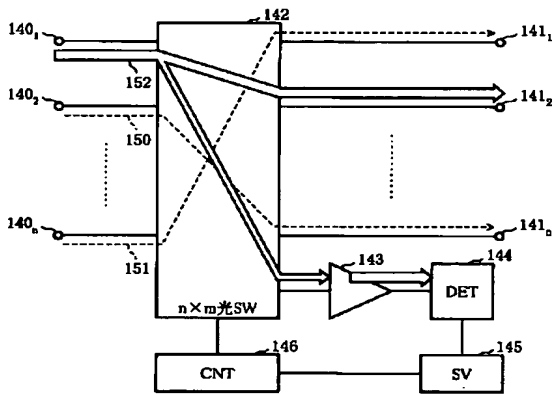
【図 18】



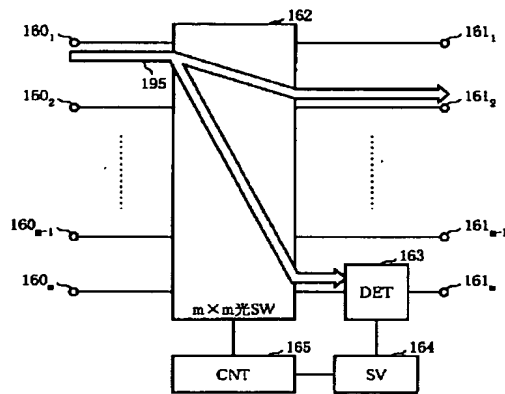
【図 26】



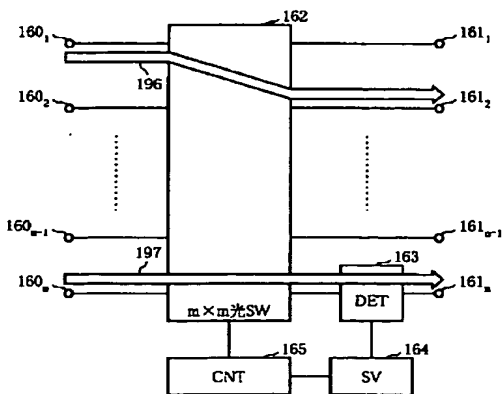
【図 21】



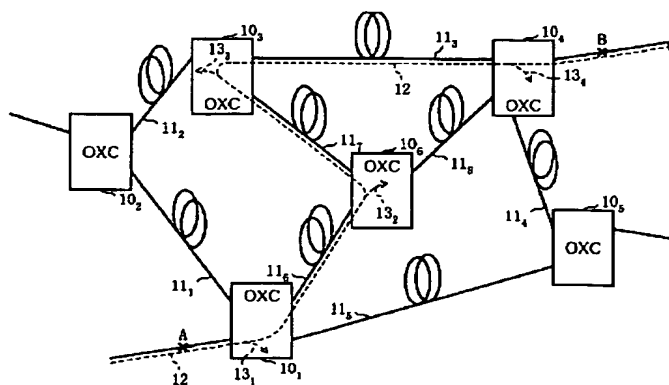
【図 27】



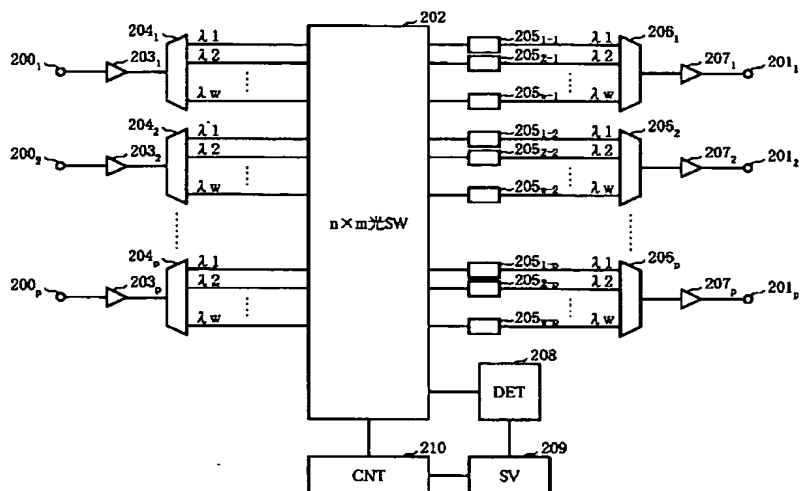
【図 28】



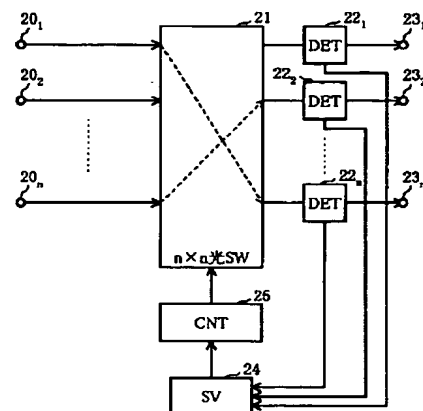
【図 32】



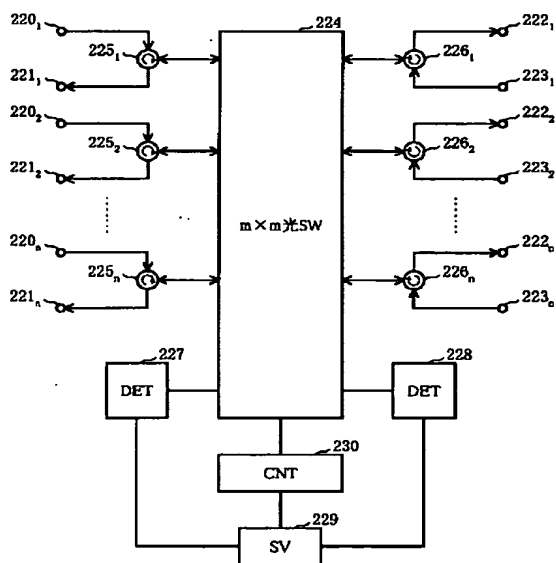
【図 29】



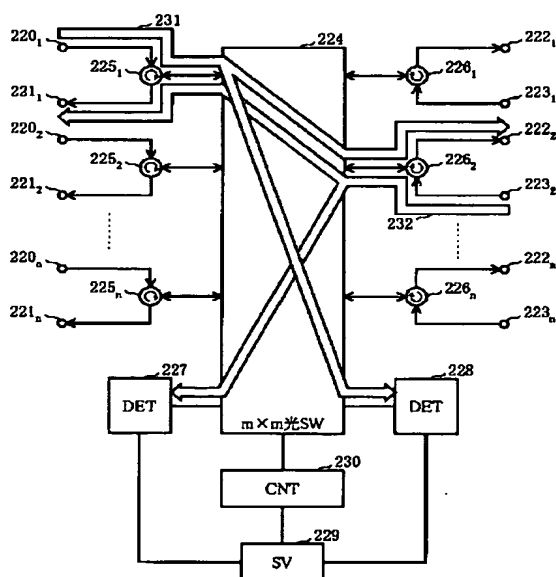
【図 33】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H04Q 3/52

識別記号

F I

H04B 9/00

テ-マ-ド (参考)

E